

## Travaux pratiques d'informatique 2003

L'évaluation aura lieu dans les salles d'informatique aux heures de TP habituelles, les jours prévus par chaque enseignant selon les groupes.

### Sujet : les fichiers Midi

Le but de ce travail est de fabriquer des fichiers Midi contenant des séquences sonores, pour pouvoir les jouer en utilisant TiMidity ou KMIDI sous Linux (ou Lecteur Windows Media sous Windows 2000). Il est précisé que ce projet n'utilise *aucune fonction de Mzshare*.

Un fichier Midi contient des entiers compris entre 0 et 255 (appelés des « octets »). Il commence par une série fixe d'entiers formant l'entête, et se termine par une série fixe de quatre entiers :

```
(define entete '(77 84 104 100 0 0 0 6 0 0 0 1 1 244 77 84 114 107))  
(define fin '(0 255 47 0))
```

Les entiers insérés entre les deux servent à coder la séquence sonore. On utilisera la fonction suivante pour écrire une liste d'octets dans un fichier.

```
(define (sauve-midifile liste-octets nom-fichier)  
  (when (file-exists? nom-fichier) (delete-file nom-fichier))  
  (let ((p (open-output-file nom-fichier)))  
    (ecrire-liste liste-octets p)  
    (close-output-port p)))
```

```
(define (ecrire-liste liste-octets p)  
  (cond ((null? liste-octets) 'stop)  
        (else (write-char (integer->char (car liste-octets)) p)  
                (ecrire-liste (cdr liste-octets) p))))
```

En Scheme, on représente une séquence sonore par une liste d'événements, qui sont des 5uples (note date durée vitesse canal). Par exemple :

```
(define auclairdelalune  
  '((60 0 450 120 0) (60 500 450 120 0) (60 1000 450 120 0) (62 1500 450 120 0) (64  
    2000 950 120 0) (62 3000 950 120 0)))
```

Pour enregistrer une liste d'événements dans un fichier Midi, il faut la traduire en une liste d'octets. Pour chaque événement (n t d v c) à la date t et de durée d, on le transforme en 4uple (n t v c) en supprimant sa durée, et on ajoute dans la liste un 4uple (n t+d 0 c) à la date t+d, avec une vitesse égale à 0. Dans la liste ainsi obtenue, chaque 4uple (n t v c) est ensuite traduit en cinq octets  $o_1, o_2, o_3, o_4, o_5$ . Les deux premiers  $o_1$  et  $o_2$  correspondent à la différence entre la date t du 4uple et celle t' du 4uple précédent (ou t'=0 pour le premier 4uple). En notant  $d = t - t'$  cette différence, on calcule q et r le quotient et le reste de la division euclidienne de d par 128, et on pose  $o_1 = 128+q$  et  $o_2 = r$ . Les trois autres octets sont respectivement  $o_3 = 144+c$ ,  $o_4 = n$ ,  $o_5 = v$ . Pour la séquence auclairdelalune ci-dessus, on obtient la liste d'octets suivante :

(128 0 144 60 120 131 66 144 60 0 128 50 144 60 120 131 66 144 60 0 128 50 144 60  
120 131 66 144 60 0 128 50 144 62 120 131 66 144 62 0 128 50 144 64 120 135 54 144  
64 0 128 50 144 62 120 135 54 144 62 0 )

On ajoute ensuite devant la liste d'octets obtenue une liste fixe :

(define tempo '(0 255 81 3 7 161 32))

puis on compte le nombre total d'octets, en incluant ceux de la liste tempo, et ceux de la liste fin. Ce nombre  $n$  est lui-même traduit en quatre octets  $o_1, o_2, o_3, o_4$  qui sont ajoutés en tête de la liste. En notant  $q, q', q''$  les quotients de la division de  $n$  par  $256, 256^2$  et  $256^3$ , ces octets  $o_4, o_3, o_2, o_1$  désignent respectivement les restes de la division de  $n, q, q'$  et  $q''$  par  $256$ . Finalement la liste d'octets à enregistrer dans un fichier Midi comporte les octets de l'entête, puis les quatre octets de  $n$ , puis ceux de tempo, puis ceux qui servent à coder les événements, puis les quatre octets de fin.

### Programmation en Scheme :

Faire une fonction (ecrire-midifile liste-evts nom-fichier) qui enregistre une liste d'événements dans un fichier Midi.

On propose ensuite de faire quelques fonctions permettant de composer des séquences sonores.

Faire une fonction (transpose n liste-evts) qui ajoute  $n$  à toutes les notes des événements de la liste liste-evts.

Faire une fonction (decale d liste-evts) qui ajoute  $d$  à toutes les dates des événements de la liste liste-evts. Faire une fonction (date-fin liste-evts) qui détermine la date de la fin du dernier événement de liste-evts. Par exemple, pour la liste auclairdelalune ci-dessus, cette date de fin est 3950. En déduire une fonction (regroupe liste-seq) qui fabrique une nouvelle liste d'événements en mettant bout-à-bout toutes les listes d'événements contenues dans liste-seq, en commençant chaque liste à la date de fin de la liste précédente.

Dans le fichier ci-après, on propose six listes d'événements a, b, c, d, e, f.

<http://www.info.unicaen.fr/~marc/ens/deug/exams/2003/midifile03/sequences.drs>

Faire les fichiers Midi contenant les combinaisons suivantes (ou d'autres combinaisons de votre choix) :

(regroupe (list a (transpose -5 a) (transpose -10 a) (transpose 2 b) (transpose 2 d)  
(transpose 7 d) (transpose 12 e) c))

(regroupe (list a b c (transpose 5 d) (transpose 5 d) (transpose 8 e) b f))

(regroupe (list d (transpose -5 a) (transpose -5 b) (transpose 7 d) d (transpose 5 d)  
(transpose 4 b) c))

Les résultats doivent ressembler à ça :

<http://www.info.unicaen.fr/~marc/ens/deug/exams/2003/midifile03/ex1.mid>

<http://www.info.unicaen.fr/~marc/ens/deug/exams/2003/midifile03/ex2.mid>

<http://www.info.unicaen.fr/~marc/ens/deug/exams/2003/midifile03/ex3.mid>